

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Anej Lekše

## **Avtomatizacija delavniškega dnevnika**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM  
PRVE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: dr. Andrej Brodnik

Ljubljana, 2020

COPYRIGHT. Rezultati diplomske naloge so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavo in koriščenje rezultatov diplomske naloge je potrebno pisno privoljenje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

*Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.*

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogu:

Tematika naloge:

Preveri, ali so glasovni pomočniki v trenutnem stanju primerni za pomoč pri pisanju delavniških dnevnikov. Seznani se z obstoječimi rešitvami za sestavljanje delavniških dnevnikov in jih analiziraj. Po analizi področja se loti izdelave svojega sistema za sestavljanje delavniških dnevnikov, ki vključuje glasovnega pomočnika.



*Zahvaljujem se očetu in mami za neizmerno podporo, podjetju Hisense Goranje Europe za slikovno gradivo in pomoč. Roku Bermežu.*

*Hvala vsem.*



Kavi. Tii. Hvala.



# Kazalo

## Povzetek

## Abstract

<b>1 Uvod</b>	<b>1</b>
1.1 Opis področja dela . . . . .	1
1.2 Struktura diplomske naloge . . . . .	2
<b>2 Pregled problema in rešitve</b>	<b>3</b>
2.1 Opis problema in uporabljenih tehnologij . . . . .	3
2.2 Funkcionalne zahteve . . . . .	4
2.3 Uporabljene tehnologije . . . . .	5
2.4 Obstojče rešitve . . . . .	8
<b>3 Načrtovanje in razvoj sistema</b>	<b>15</b>
3.1 Definicija funkcionalnosti . . . . .	15
3.2 Načrt sistema za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov . .	19
3.3 Strežnik . . . . .	20
3.4 Implementacija strežnika in mobilne aplikacije . . . . .	23
3.5 Uvedba glasovnega pomočnika . . . . .	39
3.6 Dodelave mobilne aplikacije . . . . .	48
<b>4 Ovrednotenje funkcionalnosti</b>	<b>51</b>
<b>5 Zaključek</b>	<b>55</b>



# Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
<b>API</b>	Application Programming Interface	Vmesnik za programiranje aplikacije
<b>AWS</b>	Amazon Web Services	Amazonove spletne storitve
<b>FIFO</b>	First In First Out	Prvi not, prvi ven
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language	Označitveni jezik za hipertekst
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol	Protokol za prenos hiperteksta
<b>IP</b>	Internet Protocol	Internetni protokol
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation	JavaScript zapis objektov
<b>JWT</b>	JSON Web Token	JSON spletni žeton
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology	Tehnološki inštitut Massachussettsa
<b>MVVM</b>	Model View View-Model	Model Pogled Pogled-Model
<b>NLU</b>	Natural Langugage Understanding	Razumevanje naravnega govora
<b>SQS</b>	Simple Queue Service	Preprosta vrstna storitev
<b>UI</b>	User Interface	Uporabniški vmesnik
<b>URL</b>	Universal Resource Locator	Univerzalni lokator virov
<b>XAML</b>	Extensible Application Markup Langugage	Razširljiv aplikacijski označitveni jezik



# Povzetek

**Naslov:** Avtomatizacija delavníškega dnevnika

**Avtor:** Anej Lekše

Diplomsko delo obravnava področje vpeljave komercialno dostopnih glasovnih pomočnikov v programske rešitve kot dodatni uporabniški vmesnik. V nalogi raziščemo, kako v računalniški sistem vpeljemo glasovnega pomočnika in vpliv glasovnega pomočnika na uporabo sistema. Cilj je implementirati in preizkusiti računalniški sistem z glasovnim pomočnikom, s pomočjo katerega lahko narekujemo zapiske med delom. Te zapiske pa lahko naknadno urejamo s pomočjo mobilne aplikacije. Uporabili smo Amazon Alexa zaradi enostavne izdelave lastnih programov z Alexa Skills Kit ogrodjem. Ugotovili smo, da Amazon Alexa ni bila zmožna razpozнатi izgovorjenih stavkov z veliko spremenljajočimi se besedami. Uspešna je bila pri razpoznavanju stavkov, ki so se v celoti ujemali z naučenim razpoznavnim modelom. Kljub temu je čas, ki je potreben, da Alexa razpozna prejet glasovni ukaz prepočasen, da bi bil sistem, v času izdelave diplome, učinkovit.

**Ključne besede:** mobilni razvoj, glasovni pomočniki, razpoznavanje glasu, informacijski sistemi.



# Abstract

**Title:** Workshop report automatization

**Author:** Anej Lekše

The thesis deals with the process of incorporating a commercially available voice assistant into a software solution as an additional user interface. We investigate how to implement a voice assistant in a software solution and how it effects its workflow. The goal of thesis is implementing and testing a system with a voice assistant that could be used to write workshop report steps during work. These steps can later be edited with a mobile application. We used Amazon Alexa, as it offers simple programming with Alexa Skills Kit. We found that Amazon Alexa was unsuitable for literal dictation of longer, varying text. It was successful at recognising phrases that fully or mostly matched its learned model. Regardless, Alexa's ability to process third party voice commands, at the time of this research, was too slow to be deemed efficient.

**Keywords:** mobile development, voice assistants, voice recognition, information systems.



# Poglavlje 1

## Uvod

### 1.1 Opis področja dela

Diplomsko delo obravnava področje vpeljave glasovnih pomočnikov v programske rešitve kot dodatni uporabniški vmesnik.

Za področje, ki ga želimo z našo rešitvijo izboljšati, smo si izbrali sestavljanje delavniškega dnevnika (v nadaljevanju imenovanega tudi opisa tehnološkega postopka). Kljub temu se bo naš sistem lahko uporabil tudi za sestavljanje drugačnih vrst poročil in navodil. Med te spadajo na primer kuharski recepti, laboratorijski dnevniki, itd.

Opis tehnološkega postopka ali delavniški dnevnik je dokument, ki po korakih predstavi postopek izdelave izdelka. Delavniški dnevniki imajo lahko definirane tudi kontrolne postopke za izdelek, orodje, ki ga rabimo za izdelavo, in seznam možnih nevarnosti pri delu.

Delavniški dnevnik je sestavljen iz zaporedja korakov, ki si sledijo v časovnem zaporedju. Vsak korak sestavlja opis postopka in predvideno trajanje. Koraki lahko vsebujejo tudi slikovne razlage.

Opisi tehnološkega postopka se najpogosteje uporabljam v proizvodnih obratih tovarn kot navodila in oporne točke za sestavljalce.

V sklopu diplomske naloge smo želeli izdelati specializiran sistem za sestavljanje delavniških dnevnikov in preveriti, ali lahko z vpeljavo glasov-

nega pomočnika delo s sistemom izboljšamo. Sistem bi sestavljal glasovni pomočnik, ki bi služil za narekovanje opomb, mobilna aplikacija, preko katere bi lahko urejali zapiske in strežnik, ki bi hranił podatke.

Raziskati želimo, kako vpeljati glasovnega pomočnika Amazon Alexo v programsko rešitev in kako vpeljava Alexe vpliva na interakcijo uporabnika s sistemom.

## 1.2 Struktura diplomske naloge

Diplomsko delo pričenjam s predstavitvijo področja našega dela in kratko opišemo problem in možno rešitev. Opredelimo problematiko našega dela.

Začnemo z raziskavo obstoječih rešitev za sestavljanje opisa tehnološkega postopka. Nato opišemo, kaj trenutne rešitve te problematike ponujajo in poskusimo opredeliti njihove prednosti ter slabosti. Lotimo se opisa tehnologij, ki smo jih pri pisanju diplome uporabili.

V naslednjem poglavju se lotimo načrtovanja specializiranega sistema z glasovnim pomočnikom za pomoč pri pisanju delavniških dnevnikov. Natanko definiramo funkcionalnosti sistema, utemeljimo odločitev za izbiro Amazon Alexe, AWS Simple Queue Service, AWS Lambda in ogrodja Xamarin.

Nato predstavimo Alexa veščino, strežniški program in mobilno aplikacijo. Funkcionalnosti sistema testiramo.

V zadnjem poglavju opišemo možnosti nadaljnjega razvoja projekta.

# Poglavlje 2

## Pregled problema in rešitve

### 2.1 Opis problema in uporabljenih tehnologij

#### 2.1.1 Delavniški dnevnik

Delavniški dnevnik je splošen izraz za tehniški dokument, ki po korakih predstavi potek tehnološkega postopka [12]. V podjetju Hisense Gorenje Europe takšne dokumente imenujejo opis tehnološkega postopka (slika 2.1).

Delavniški dnevniki imajo lahko definirane tudi kontrolne postopke za izdelek, orodje, ki ga potrebujemo za izdelavo in seznam možnih nevarnosti pri delu.

Delavniški dnevniki se uporabljajo v proizvodnih obratih tovarn kot navodila in oporne točke za sestavljalce. Pogosto se uporabljajo tudi kot učni pripomoček za spremljanje napredka npr. dijakov vajencev na praksi [12, 8].

C	D	E	F	G	H	I	J	K
Delovni	Postopek	Kratki tekst postop.	Osnovna ko	Stand.	Enota stand.	Stand.	Stand.	Stevilo zaposlenih
0V847P 0010		Operacija planiranja	1	1 S	41.9	0		0
0V847A 0020		sestavljalec2- trojček	1	0 S	47	3		3
0V660B 0030		kontrola ohišij	1	0 S	47	1		1
0V660A 0040		čiščenje po puru	1	0 S	47	1		3
0V847A 0050		sestavljalec 2	1	0 S	45	15		15
0V847A 0060		sestavljalec 1	1	0 S	45	30		30
0V847B 0070		strojniki embalirnega stroja	1	0 S	47	1		1
0V847B 0080		pregledovalec sklopov	1	0 S	47	6		6
0V847O 0090		mehanik gospodinjskih aparatov	1	0 S	47	3		3
0V847B 0100		varilec gasflux, lak popravilo (1,5)	1	0 S	47	3		2
0V847S 0110		operacija brez delavca	1	27 S	47	0		0
0V847S 0120		vakuum krog	1	22 S	47	0		0
0V847S 0130		100% kontrola	1	19 S	47	0		0
0V847S 0140		povezava montaža - opremjanje	1	6 S	47	0		0
0V847A 0150		Vrijenje nosilca predala	1	0 S	47	1		1
0V847A 0160		Vstavljanje ventilatorja	1	0 S	47	1		1
0V847A 0170		Sestava profilov	1	0 S	47	1		1
0V847A 0180		Odstranjevanje folije	1	0 S	47	2		2
0V847P 0190		Sestava steklene police	1	0 S	19.7	1		4.1
0V847A 0200		Feniranje bulžirke	1	0 S	22.32	1		1
0V784P 0010		Linija za navijanje uparjal - planira	1	1 S	140	0		0
0V784S 0020		navijanje	1	1 S	140	0		0
0V784O 0030		Pripraviti celico, naviti cev	1	0 S	140	1		1
0V784A 0040		Spojiti celico in CPU	1	0 S	136	1		1
0V784A 0050		He detekcija	1	0 S	140	1		1

Slika 2.1: V tabelo izvožen opis tehnološkega postopka za izdelavo gospodinjskega aparata v podjetju Hisense Gorenje Europe

### 2.1.2 Definicija problematike

V diplomski nalogi raziščemo možne metode izdelave delavníškega dnevnika oz. opisa tehnološkega postopka. Raziskati želimo prednosti in slabosti trenutnih metod sestavljanja teh dokumentov. V naslednji fazi dela želimo izdelati specializiran sistem za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov. V ta sistem želimo vpeljati glasovnega pomočnika in raziskati kako uporaba glasovnega pomočnika vpliva na uporabo sistema.

## 2.2 Funkcionalne zahteve

Razviti želimo mobilno aplikacijo, s katero bo lahko uporabnik upravljal z zbirkо delavníških dnevnikov. Za mobilno aplikacijo smo se odločili, saj je pametni telefon veliko prikladnejši na delovnem mestu, kot npr. prenosni računalnik.

Uporabniku sistema bi radi omogočili, da lahko enostavno ustvarja delavnische dnevnike in jih doda v svojo zbirko. Želimo, da lahko uporabnik v delavnische dnevnike vstavlja korake, s katerimi opiše postopek dela. Ti koraki se morajo prikazovati v preglednem in urejenem seznamu. Za vsak delavnischen dnevnik želimo imeti tudi povzetek dela in seznam možnih nevarnosti, ki pri delu pretijo delavcu.

Saj lahko v tehnoloških postopkih pride do sprememb, želimo, da lahko korake delavnischenega dnevnika naknadno tudi spremenjamo ali brišemo.

Nekatere funkcionalnosti mobilne aplikacije želimo sprožiti prostoročno z glasovnim pomočnikom, ker bi tako sestavljač manjkrat prekinil delo. Med funkcionalnosti spadajo narekovanje koraka delavnischenega dnevnika, odpiranje kamere za dodajanje fotografij, itd.

Delavnische dnevnike želimo sinhronizirati na oddaljen strežnik, ki teče neodvisno od aplikacije, da se izognemo podvajanju datotek.

Uporabnik mora imeti tudi možnost izvoza svojih delavnischenih dnevnikov v standardne računalniške formate, ki jih lahko uporabi izven našega sistema.

## 2.3 Uporabljene tehnologije

### 2.3.1 .NET

.NET [3] je razvojna platforma, razvita s strani Microsofta. Obsega programske jezike, prevajalnike, orodja in knjižnice, ki omogočajo širok spekter primerov uporabnosti, hkrati pa se ohranja enovitost ozadne kode.

Tehnologije .NET ogrodja, ki smo jih uporabil v tej diplomski nalogi so:

- .NET Core - odprtokodna platforma za razvoj spletnih storitev,
- Xamarin - ogrodje za razvoj mobilnih aplikacij za najpogosteje mobilne operacijske sisteme (Android, iOS).

.NET smo izbrali, ker je zelo dobro integriran z Amazonovim AWS API-jem in je dobro dokumentiran.

### 2.3.2 Xamarin

Ogrodje Xamarin [15] je odprtakodno orodje za razvoj mobilnih aplikacij, ki ga razvija Microsoft.

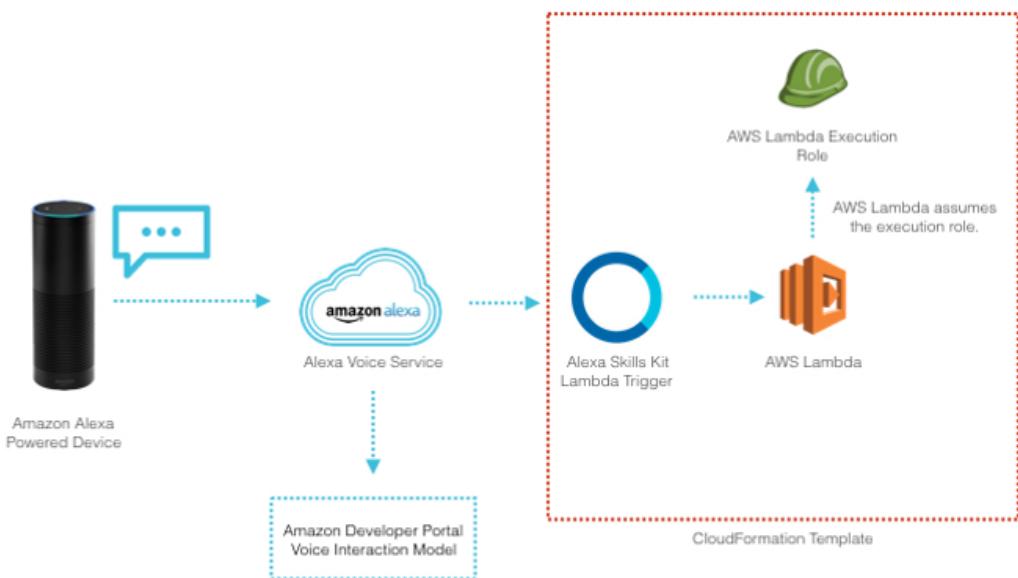
Z njim je mogoče deliti večino ozadne in ospredne kode med različnimi mobilnimi operacijskimi sistemi. Za ozadno kodo se uporablja .NET (C#), za ospredno kodo pa se uporablja XAML (Extensible Application Markup Language).

Xamarin smo izbrali, da smo lahko strežniški program in mobilno aplikacijo programirali v enakem programskem jeziku (C#).

### 2.3.3 Amazon Alexa

Amazon Alexa je glasovni pomočnik, razvit s strani podjetja Amazon [1]. Za Amazon Alexa smo se odločili, saj ponuja ogrodje za programiranje dodatnih funkcionalnosti, ki se imenuje Alexa Skills Kit. Alexa je enostavno integrirati z drugimi Amazonovimi spletnimi storitvami, ki smo jih uporabili v tej diplomski nalogi (AWS SQS, AWS Lambda).

Alexine osnovne funkcionalnosti lahko nadgradimo s programi, ki se jim reče „Skill-i“, v nadaljevanju „veščine“ (na sliki 2.2) [13]. Za razvoj in objavo Alexa veščine rabimo račun Amazon razvijalca (*ang. Amazon Developer Account*).



Slika 2.2: Arhitektura Alexine veščine (vir [11])

Veščino sestavlja:

- **Poziv** - fraza, ki veščino zažene,
- **Namera** - fraze, ki jih veščino razpozna kot funkcije,
- **Krajišče** - omrežni vir, kjer se nahaja ozadna koda veščine.

Alexa zajame glasovni ukaz in glasovni posnetek pošlje na Amazonov Alexa Voice Service. Ta storitev s pomočjo glasovnega razpoznavnega modela prepozna uporabnikove ukaze in pošlje poseben zahtevek na krajišče. Krajišče je lahko druga Amazonova storitev (npr. AWS Lambda), storitev na Microsoftovem Azure strežniku ali naš lasten strežnik, dostopen preko javne domene in zaščiten z overjenim SSL certifikatom.

Ko krajišče obdela zahtevo, odgovor pošlje nazaj na Alexa Voice Service. Ta se iz Alexa Voice Service pošlje nazaj na Alexa, ki uporabniku „izgovori“ prejeto sporočilo.

### 2.3.4 Amazon Web Services

Amazon Web Services (v nadaljevanju AWS) je skupek oblăčnih storitev, ki jih ponuja podjetje Amazon. Ponuja integracijo s pogostimi programskimi jeziki in ogrodji, kot so Java, .NET, Python in Node.js preko storitve AWS API. Pri tej diplomski nalogi smo se osredotočili na dva sistema iz skupka AWS.

#### Simple Queue Service

AWS Simple Queue Service (v nadaljevanju SQS) je sistem za pošiljanje tekstovnih sporočil med odjemalci preko Amazonovih strežnikov [5]. Za hranjenje sporočil je potrebno registrirati SQS vrsto. Uporabili smo SQS vrsto tipa FIFO (first in, first out) [9], pri kateri je zagotovljeno, da dobimo vsa sporočila v vrstnem redu, v katerem so bila poslana.

To storitev smo uporabili za komunikacijo med Amazon Alexa in strežnikom implementiranega sistema.

#### Lambda

Ozadno kodo za Alexino veščino smo gostili na platformi AWS Lambda, ki je storitev za gostovanje dogodkovno vodene ozadne kode [4]. Za to platformo smo se odločili zaradi dobre integracije z Alexa Skill Kit in razvojnim orodjem Visual Studio.

## 2.4 Obstojče rešitve

### 2.4.1 Papir in pisalo

Najstarejša metoda za izdelavo takšnega dokumenta je zapis na list papirja (slika 2.3).

## Opis tehnološkega postopka

Avtor: ANEJ LEKŠE

Datum: 18.8.2020

<b>Naslov:</b>	ČIŠČENJE TIPKOVNICE
<b>Opis:</b>	ČIŠČENJE MEHANSKE TIPKOVNICE
<b>Nevarnosti:</b>	/

Korak	Opombe	Trajanje
PRIPRAVI DELOVNO MIZO		5 MIN
PRIPRAVI TIPKOVNICO		1 MIN
ODSTRANI POKROVE TIPK.	ORODJE JE PRILOŽENO V ŠKATLI	10 MIN
POKROVE TIPK NAMOČI V MILNICO	PUSTI VSAJ 10 MIN	minimalno 10 MIN
OBRISI POKROVE TIPK DO POVSEM SUHEGA		30 MIN
DAJ POKROVE TIPK NAZAJ NATIPK.		8 MIN

Slika 2.3: Opis tehnološkega postopka za čiščenje tipkovnice na papirju.

Prednosti uporabe papirja in pisala pred našim sistemom so, da pri delu izdelovalec ne potrebuje računalnika in cenovna ugodnost. V primerjavi z našim sistemom so slabosti te metode predvsem:

- omejitve glede velikosti prostora, namenjenega vsakemu koraku,
- problematično dopisovanje in urejanje obstoječih korakov,
- zahtevnejše arhiviranje od računalniških datotek,
- občutljivost papirja na fizične poškodbe (trganje, mečkanje, vnetljivost,...).

### 2.4.2 Pisarniški programi

Opis tehnološkega postopka lahko izdelamo v pisarniških programih, na primer Microsoft Word ali LibreOffice Writer.

Ta pristop reši nekatere slabosti uporabe papirja in pisala za sestavljanje opisa tehnološkega postopka. Korake lahko enostavno dodajamo in urejamo. Prav tako je možno dodajati slikovno gradivo. Pisarniški programi omogočajo izpis dokumenta na tiskalnik, če želimo imeti dokument natisnjen na papirju.

Kljub temu uporaba te metode, v primerjavi z našim sistemom, prinese nove slabosti:

- če imamo dokument shranjen na več mestih, moramo ob spremembah zagotoviti, da se posodobijo vsi hraničeni dokumenti.
- Slikovno gradivo je vezano na dokument. Če na novo zajamemo sliko, ki smo jo vstavili v dokument, jo moramo spremeniti tudi znotraj dokumenta.

V sklopu diplomske naloge smo napisali preprost opis tehnološkega postopka (slika 2.4) s programom LibreOffice Writer [7]. Dokument brez vsebine se lahko pri naslednjem opisu uporabi kot obrazec.

Opis tehnološkega postopka

Avtor: Anej Lekše

Datum: 12. 8. 2020

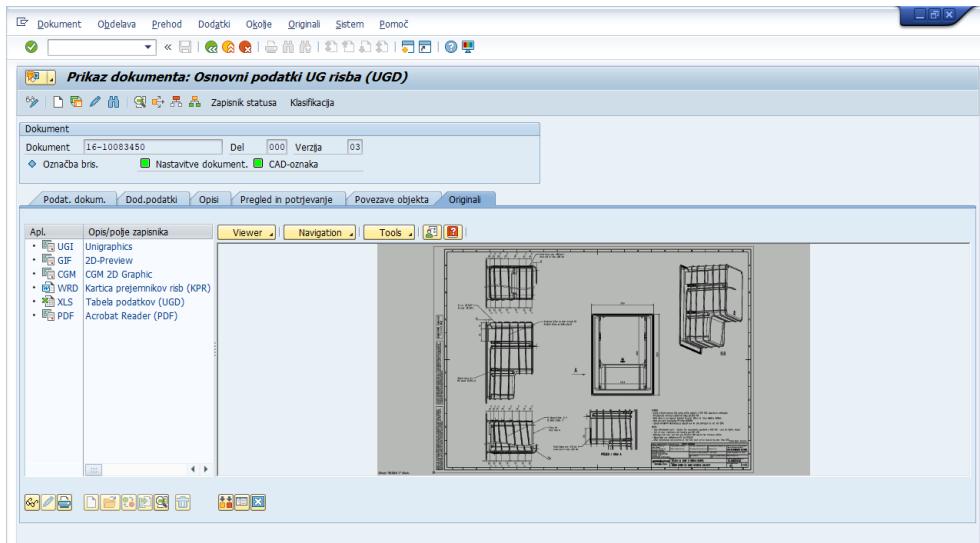
<b>Naslov:</b>	<b>Čiščenje tipkovnice</b>
<b>Opis:</b>	Čiščenje mehanske tipkovnice
<b>Nevarnosti:</b>	Ni nevarnosti

Korak	Opombe	Trajanje
Pripravi delovno mizo in tipkovnico		5 min
Odstrani pokrove tipk	Uporabi orodje, ki je bilo priloženo ob tipkovnici	10 min
Pokrove tipk namoči v milnico	Pusti v vodi vsaj 10 minut	10 min
Obriši pokrove tipk do suhega		30 min
Vstavi pokrove tipk na svoja mesta		8 min

Slika 2.4: Preprost opis tehnološkega postopka za čiščenje tipkovnice, napisan v pisarniškem programu.

#### 2.4.3 Specializirani moduli za poslovne informacijske sisteme

Podjetja kot so npr. Hisense Gorenje Europe, za sestavljanje delavninskih dnevnikov uporabljajo specializirane module za lastne informacijske sisteme. Kot primer je prikazan korak opisa tehnološkega postopka v informacijskem sistemu SAP (na sliki 2.5).



Slika 2.5: Prikazan korak opisa tehnološkega postopka s programom SAP.

Do tega opisa tehnološkega postopka se lahko dostopa iz računalnikov na delovnih mestih, kjer se izvajajo koraki, opisani v dokumentu. Opis tehnološkega postopka v sistemu SAP sestavlja:

- podatki o izdelku,
- dodatne opombe,
- opisi korakov,
- definicija kontrolnih postopkov in pregleda,
- CAD izris izdelka.

Specializiran informacijski sistem, kot je SAP, je tesno povezan s proizvodno linijo in prilagodljiv za potrebe proizvodnega obrata, ki ga uporablja. Pri sistemu SAP se podatki hranijo na osrednjem strežniku, varnostna kopija pa se inkrementalno dela na geografsko ločen rezervni strežnik. Takšni sistemi predstavljajo, v primerjavi z našim, naslednje slabosti:

- predhodno zahtevanje dovršeno proizvodno infrastrukturo, ki jo sistem rabi za optimalen izkoristek in

- visoka cena, ki je potrebna za implementacijo takega sistema v proizvodno linijo.



# Poglavlje 3

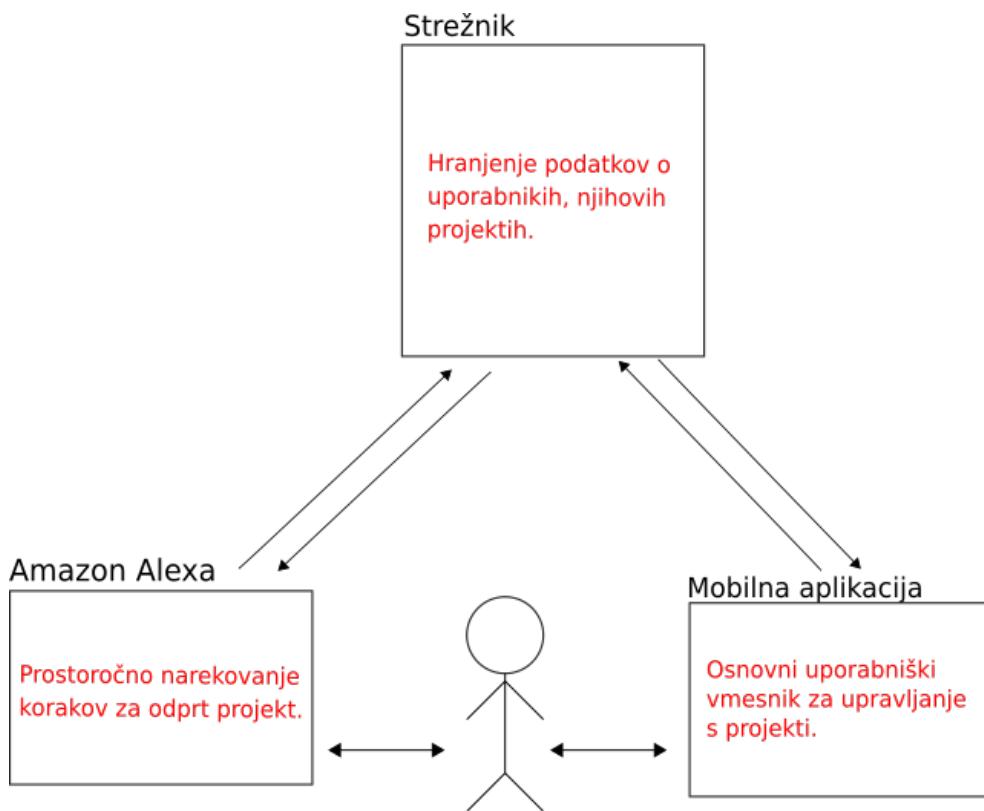
## Načrtovanje in razvoj sistema

### 3.1 Definicija funkcionalnosti

Sistem, ki smo ga v sklopu diplomske naloge implementirali (na sliki 3.1), uporabniku omogoča vodenje svojih delavniških dnevnikov (v nadaljevanju imenovanih tudi *projektov*). Služil bo kot alternativa pisanju delavniških dnevnikov s pisarniškimi programi. Vsak projekt ima zbirko *korakov*. Korak opisuje posmezno dejavnost tehnološkega postopka, ki ga želimo zabeležiti z delavniškim dnevnikom.

Implementiran sistem sestavlja:

- mobilna aplikacija,
- glasovni pomočnik in
- strežnik.



Slika 3.1: Arhitektura sistema

Osnovni uporabniški vmesnik sistema je mobilna aplikacija. Preko nje se uporabnik v sistem prijavi s svojim uporabniškim računom, ustvarja in odpira svoje delavnische dnevnike.

Delavnische dnevnik oz. projekt sestavljajo naslov, opis dela, opis možnih nevarnosti in seznam korakov postopka.

V odprt projekt lahko uporabnik, enega za drugim, dodaja korake, ki opisujejo potek dela. Posamezen korak sestavlja naslov, opis in trajanje. Uporabnik lahko tudi posname slike in jih doda v odprt projekt kot korak. Vsi podatki, ki jih uporabnik vnese preko mobilne aplikacije in glasovnega pomočnika, se hranijo na strežniku.

Glasovnega pomočnika smo uporabili kot razširitev uporabniškega vmesnika, s katerim lahko uporabnik prostoročno dodaja korake v odprt projekt.

Z njim smo želeli doseči:

- prostoročno narekovnaje besedilnega koraka projekta,
- prostoročno odpiranje obrazca za dodajanje koraka v projekt in
- prostoročno odpiranje kamere na mobilni napravi.

Opredeljeno natančneje, sistem mora uporabniku omogočati ustvarjanje novega opisa tehnološkega postopka in odpiranje ter urejanje obstoječih opisov tehnološkega postopka.

Vsak ustvarjen opis tehnološkega postopka mora imeti naslov, opis dela, opis možnih nevarnosti pri delu in seznam korakov dela, ki ga sestavljajo.

Seznam korakov dela mora podpirati dodajanje novih korakov, spreminjaњe vsebine obstoječih korakov, brisanje obstoječih korakov in spreminjaњe vrstnega reda korakov.

Posamezen korak mora imeti naslov, opis dela in predvideno trajanje opisanega dela.

### **3.1.1 Izboljšave z glasovnim pomočnikom**

Glasovni pomočnik v našem sistemu služi kot uporabniški vmesnik za prostoročno dodajanje korakov v odprt projekt. Komunikacija z glasovnim pomočnikom je smiseln način interakcije z računalniškim sistemom v situaciji, kjer uporabnik nima prostih rok ali je fizično oddaljen od naprave.

Osnovna funkcionalnost glasovnega pomočnika je prostoročno narekovanje besedila koraka v projektu. Implementirali smo tudi odpiranje obrazcev za dodajanje korakov v projekt in zagon kamere.

Glasovni pomočnik v našem sistemu ima naslednje vloge:

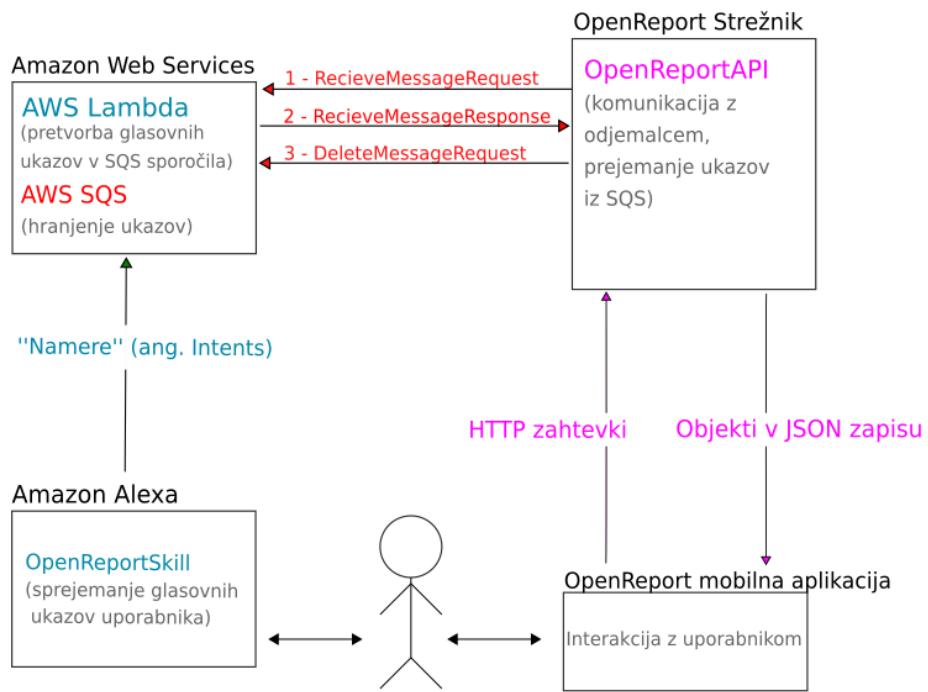
- za trenutno odprt opis tehnološkega postopka je z njim možno dodajati korake postopka,
- z njim je možno odpreti kamero ali obrazec za dodajanje koraka.

Raziskava iz leta 2018 [2] je pokazala izboljšano učinkovitost pri delu raziskovalcev v kemijskem laboratoriju, v katerega so integrirali glasovne pomočnike. Namen raziskave je bil preizkus praktične uporabnosti glasovnih pomočnikov za branje laboratorijskih postopkov in glasovno upravljanje laboratorijskih instrumentov. Pozitivni rezultati bi lahko bili ključnega pomena za slabovidne člane laboratorijev. Kot glasovnega pomočnika so uporabili Amazon Alexa. Prepoznavanje govora in ukazov je bilo konsistentno in hitro, ne glede na spol uporabnika. Motnje pri razpoznavanju je povzročal večinoma ozadni hrup. Povprečna uspešnost prepoznavane ukazov je bila 95%. Raziskovalci so zabeležili tudi problem moteče kakofonije v laboratoriju, v katerem je več raziskovalcev, ki uporabljajo glasovni nadzor naprav.

### 3.2 Načrt sistema za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov

Implementirali smo arhitekturo, ki je predstavljena v poglavju 3.1. Sistem smo poimenovali OpenReport (na sliki 3.2), ki ga sestavlja:

- mobilna aplikacija,
- strežniški program in
- Amazon Alexa.



Slika 3.2: Visokonivojski načrt sistema

Strežnik v podatkovni bazi hrani uporabnike, opise tehnoloških postopkov in korake. Uporabnik lahko do podatkov dostopa preko mobilne aplikacije, ki s strežnikom komunicira preko API. Glasovnega pomočnika smo uporabili

kot dodatek k mobilni aplikaciji. Omogoča glasovno upravljanje aplikacije in narekovanje korakov.

Preko mobilne aplikacije uporabnik lahko:

- opravi registracijo in prijavo,
- ustvari nov delavniški dnevnik,
- odpre obstoječe delavniške dnevниke,
- ustvarja in ureja korake delavniškega dnevnika,
- zajema slike in jih vstavlja v delavniški dnevnik,
- briše korake delavniškega dnevnika,
- ureja vrstni red korakov delavniškega dnevnika.

Za glasovnega pomočnika Amazon Alexa smo razvili veščino, s katerim uporabnik lahko:

- v odprto poročilo vstavi dobesedno narekovan korak,
- odpre obrazec za dodajanje novega besedilnega koraka,
- odpre kamero in obrazec za dodajanje koraka s fotografijo.

### 3.3 Strežnik

Osrednja komponenta sistema OpenReport je strežnik. Zadolžen je za delo s podatki uporabnikov in delavniškimi dnevnicimi. Odjemalci, ki so nanj povezani, služijo zgolj kot „uporabniški vmesnik“ za zajem in prikaz podatkov na strežniku.

Operacije nad podatki, hranjenimi na strežniku, se sprožijo na strani odjemalca in izvedejo na strežniku.

Osnovne naloge strežnika so:

- Avtentikacija uporabnikov,
- avtorizacija uporabnikovih zahtev,
- komunikacija z glasovnim pomočnikom,
- hranjenje podatkov o uporabnikih in delavniških dnevnikih in
- ponujanje vmesnika, ki ga lahko odjemalci uporabijo za sprožanje operacij nad delavniškimi dnevniiki.

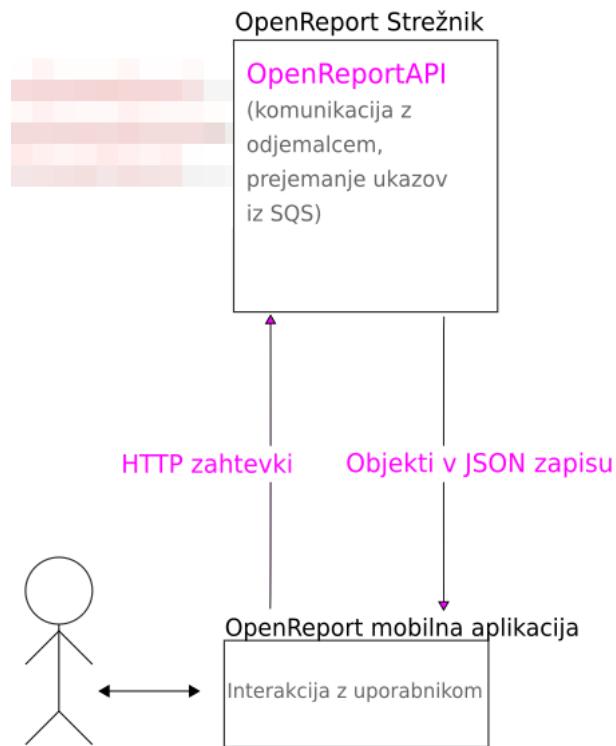
Podatke hranimo na strežniku, da lahko do podatkov dostopamo iz različnih naprav preko enotnega vmesnika. To nam omogoča enostavno dodajanje odjemalcev in odpravi podvajanje podatkov med napravami.

S strežnikom komunicirata mobilna aplikacija in glasovni pomočnik. Podatke hranimo v podatkovni bazi, ki jo streže SQL Server.

### 3.3.1 Komunikacija z odjemalci

Strežnik z odjemalci komunicira preko API zaradi enostavnosti implementacije in možnosti širjenja nabora odjemalcev v prihodnosti.

V našem primeru je bil osnovni odjemalec mobilna aplikacija. Odjemalec na definirane funkcijске URL-je (slika 3.5) strežnika pošlje HTTP zahtevke. Če so zahtevki pravilno oblikovani, strežnik izvede predvideno funkcijo in rezultat te funkcije pošlje kot HTTP odgovor nazaj odjemalcu. Komunikacija med strežnikom in odjemalcem je prikazana z roza barvo na sliki 3.3.



Slika 3.3: Komunikacija strežnika z odjemalcem

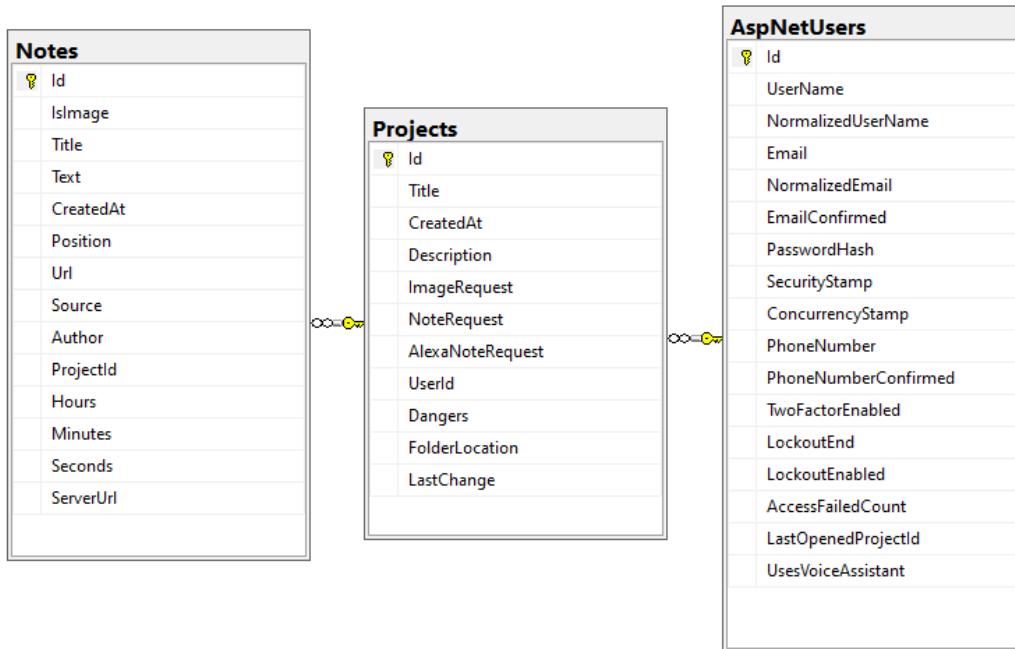
### 3.3.2 Podatkovni model

Podatke smo razdelili v tri kategorije:

- uporabnik,
- delavniški dnevnik,
- korak delavniškega dnevnika.

Uporabnik lahko tako sestavlja svoje delavniške dnevниke, vsak delavniški dnevnik pa je sestavljen iz zbirke korakov.

Podatkovna baza hrani tabele „AspNetUsers“, „Projects“ in „Notes“ (slika 3.4). Vsak uporabnik lahko ima 0 ali mnogo delavniških dnevnikov (v nadaljevanju tudi projektov). Vsak projekt ima lahko 0 ali mnogo korakov.



Slika 3.4: ER model podatkovne baze

Uporabnik ima uporabniško ime, katerega uporabi za prijavo in geslo s katerim dokaže, da je to res on.

Vsek delavniški dnevnik ima naslov, opis in enolični identifikator uporabnika, ki si dnevnik lasti.

Vsek korak delavniškega dnevnika ima naslov, opis, podatke o trajanju in enolični identifikator projekta, ki si korak lasti.

### 3.4 Implementacija strežnika in mobilne aplikacije

Komunikacija med odjemalcem in strežnikom poteka preko HTTP preko API (slika 3.5), ki ga ponuja strežnik .

Ker lahko sistem uporablja več uporabnikov, smo implementirali sistema za avtentikacijo uporabnikov in avtorizacijo zahtev. Avtentikacija z upo-

rabniškim imenom in geslom omogoča preverjanje identitete. Ko se vzpostavi zaupanje, se uporabniku dodeli avtorizacijski žeton.

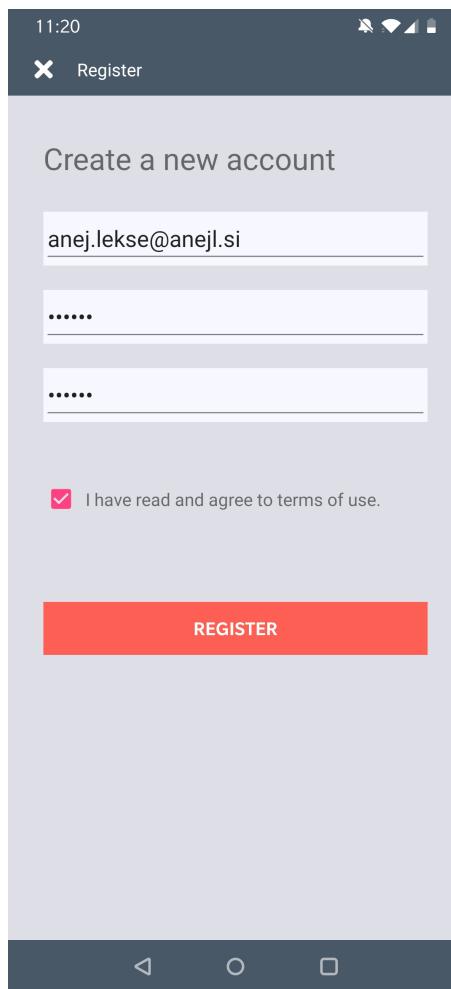
<b>Project</b>		<b>Users</b>	
GET	/api/v1/projects	PUT	/api/v1/users/requestva
POST	/api/v1/projects	PUT	/api/v1/users/releaseva
GET	/api/v1/projects/{id}	POST	/api/v1/users/current
DELETE	/api/v1/projects/{id}		
GET	/api/v1/projects/{id}/notes	GET	/api/v1/connect
GET	/api/v1/projects/{id}/nonotes		
POST	/api/v1/projects/{id}/addnote	POST	/api/v1/identity/register
POST	/api/v1/projects/{id}/addimage	POST	/api/v1/identity/login
POST	/api/v1/projects/{id}/export/text		
POST	/api/v1/projects/{id}/export/html		
PUT	/api/v1/projects/last/closerequests		
PUT	/api/v1/projects/{pid}/update/{nid}		
PUT	/api/v1/projects/{pid}/{nid}/{positions}		
DELETE	/api/v1/projects/{pid}/delete/{nid}		

Slika 3.5: Seznam razvitetih in dokumentiranih API funkcij

## Registracija in prijava

Vse operacije nad uporabnikovimi delavniki morajo biti avtorizirane. Uporabnik mora vzpostaviti zaupanje s strežnikom, tako da se prijavi s pravilnim uporabniškim imenom in geslom. Ob prijavi od strežnika dobi avtorizacijski žeton, ki mu dovoljuje dostop do njegovih delavniskih dnevnikov. Avtorizacijski žeton doda vsem nadaljnjam zahtevkom na strežnik.

Če uporabnik računa nima, se mora registrirati (slika 3.6).



Slika 3.6: Registracijska stran v mobilni aplikaciji

Pri registraciji mobilna aplikacija na strežnik pošlje objekt razreda `RegisterUserRequest` na URL „/identity/register“ preko metode POST. V objektu `RegisterUserRequest` se nahajata njegov e-mail naslov in geslo v čisti obliki.

```
RegisterUserRequest {  
    string Email;  
    string Password;  
}
```

Na strežniku objekt obdela avtentikacijska storitev. Storitev preveri, ali

je e-naslov, v polju `Email` že bil registriran. Če je bil, se zabeleži napaka in nadaljnja registracija se prekine. Če ta uporabnik ne obstaja, se ustvarin nov objekt razreda `User`. Polje `Password` se šifrira in se skupaj s poljem `Email` zapise v ta objekt. Objekt se zapiše v podatkovno bazo v tabelo `Users`. Uporabnik pri registraciji dobi tudi svoj enoličen identifikator `Id`.

Objekt `AuthFailedResponse` se vrne odjemalcu ob napaki med avtentifikacijo. Vsebuje seznam vseh zabeleženih napak.

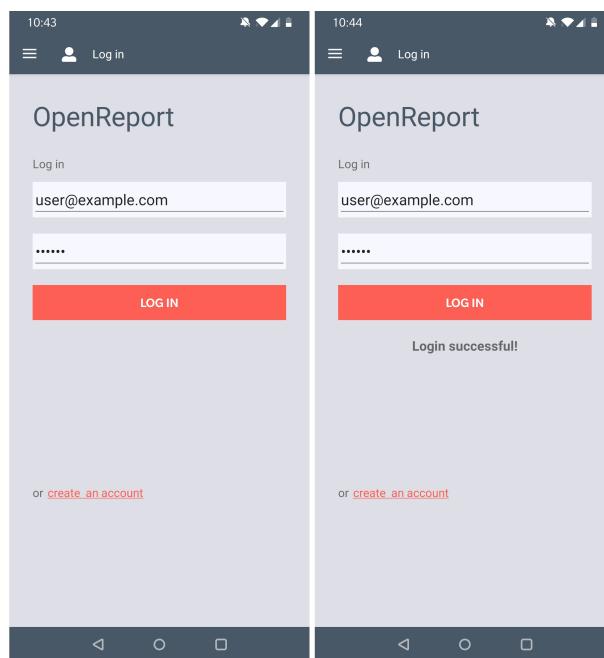
```
AuthFailedResponse {
    IEnumerable<string> Errors;
}
```

Objekt razreda `AuthSuccessResponse` se pošlje odjemalcu ob uspešni registraciji.

```
AuthSuccessResponse {
    string UserId;
    string Token;
}
```

V polje `Token` razreda `AuthSuccessResponse` se zapise avtorizacijski žeton. Žeton je tipa JWT ali JSON Web Token [16]. Sestavlja ga e-mail uporabnika, uporabnikov enolični identifikator, čas zapada žetona in tip simetričnega šifriranja, uporabljenega za šifriranje žetona.

Žeton v objektu razreda `AuthSuccessResponse` se pošlje odjemalcu.



Slika 3.7: Prijavna stran pred poskusom prijave (levo), in po uspešnem poskusu prijave (desno)

Prijava (na sliki 3.7) poteka podobno. Odjemalec na strežnik pošlje objekt razreda `LoginUserRequest` na URL „/identity/login“. Objekt `LoginUserRequest` vsebuje e-mail naslov in geslo v čisti obliki.

```
LoginUserRequest {  
    string Email;  
    string Password;  
}
```

Avtentikacijska storitev preveri, ali uporabnik s tem e-naslovom že obstaja. Če uporabnik ne obstaja, ali pa je šifrirano geslo v podatkovni bazi drugačno kot to, kar je v polju `Password`, zabeležimo napake in prijava se prekine. Strežnik odjemalcu pošlje objekt razreda `AuthFailedResponse` s seznamom napak.

Če uporabnik s podanim e-naslovom obstaja in se šifrirano geslo iz polja `Password` ujema z gesлом v podatkovni bazi, strežnik odjemalcu pošlje avtorizacijski žeton v objektu razreda `AuthSuccessResponse`.

Storitev za komunikacijo s strežnikom v mobilni aplikaciji prejet žeton doda glavi vseh svojih nadaljnjih zahtevkov na strežnik.

### 3.4.1 Operacije z delavniškimi dnevnikmi

Po prijavi lahko uporabnik odpre stran s seznamom njegovih delavniških dnevnikov, imenovano Dashboard. Na tej strani se prikažejo:

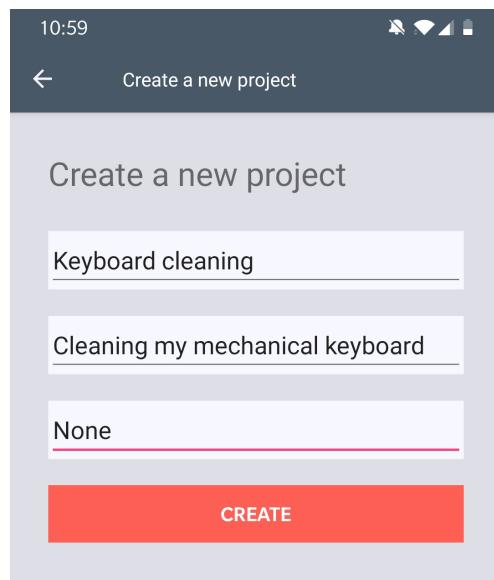
- seznam vseh njegovih projektov,
- gumbi za izbris posameznega projekta,
- gumb za dodajanje novega projekta in
- gumb za zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika.

Sistem omogoča dodajanje, odpiranje in brisanje delavniških dnevnikov prijavljenemu uporabniku.

Uporabnik nov delavniški dnevnik (v nadaljevanju poglavja *projekt*) ustvari tako, da na strani za ustvarjanje projektov (na sliki 3.8) vnese naslov, kratek opis projekta in opis možnih nevarnosti. Te podatke v ozadni kodi aplikacije zapišemo v objekt razreda `CreateProjectRequest`.

```
CreateProjectRequest {  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
}
```

Ta objekt aplikacija pošlje na URL `/projects/create` preko metode POST. Strežnik nato ustvari nov dnevnik s podatki iz prejete zahteve. Odjemalcu se kot odgovor pošlje ustvarjen objekt tega projekta.



Slika 3.8: Ustvarjanje novega projekta v aplikaciji.

Razred Project izgleda tako:

```
Project {  
    int Id; // unikatni identifikator  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
    IEnumerable<Note> Notes; // seznam korakov  
    ...  
}
```

Avtenticiran uporabnik lahko do svojih delavnih dnevnikov dostopa tako, da na strani Dashboard v aplikaciji pritisne na željen projekt (slika ??). // TODO DODAJ SLIKO Aplikacija pošlje avtoriziran GET zahtevk na URL „/projects/{id}“. Polje {id} mora biti unikatni identifikator projekta. Strežnik uporabniku vrne kopijo objekta delavnih dnevnika in pripadajočih korakov.

Uporabnik projekt izbriše tako, da na strani Dashboard v aplikaciji pritisne na gumb z ikono smetnjaka (na sliki ??) ob naslovu odvečnega projekta. // TODO DODAJ SLIKO Aplikacija pošlje DELETE zahtevo na URL „/projects/{id}“. Če zahteva ni avtorizirana z ustreznim žetonom, se projekt ne izbriše.

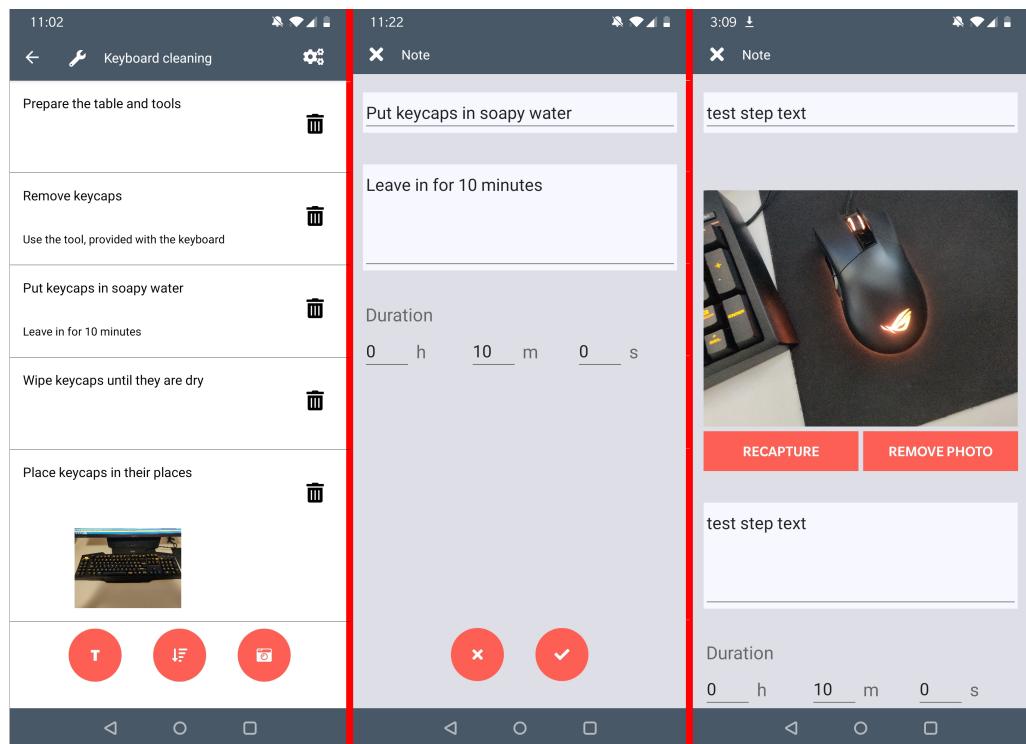
### 3.4.2 Operacije s koraki delavniškega dnevnika

Korak delavniškega dnevnika opisuje eno od nalog v tehnološkem postopku, ki ga delavniški dnevnik opisuje. Vsak projekt ima lahko nič ali več korakov. Vsak korak ima naslov, opis in predvideno trajanje.

Sistem podpira dodajanje korakov v delavniški dnevnik, brisanje spremnjanje vsebine posameznega koraka in spremjanje vrstnega reda korakov v posameznem delavniškem dnevniku. Delavniški dnevnik lahko vsebuje tudi slikovno gradivo. Korake smo zato ločili na slikovne in besedilne. Besedilni korak vsebuje naslov, besedilo in trajanje naloge, ki jo opisuje, slikovni pa vsebuje tudi fotografijo.

#### Dodajanje besedilnega koraka

Uporabnik v odprt projekt besedilni korak vstavi s pritiskom na gumb s črko T (na sliki 3.9 levo). Odpre se obrazec za dodajanje koraka (na sliki 3.9 na sredini). Obrazec ima polja za naslov, besedilo in trajanje.



Slika 3.9: Strani za dodajanje besedilnega in slikovnega koraka v mobilni aplikaciji

Vsebino teh polj aplikacija zapiše v objekt razreda `Note`. Naslov koraka se zapiše v polje Title, opis v polje Text, trajanje pa se zapiše v polja Hours, Minutes in Seconds.

```
Note {  
    ...  
    string Title;  
    string Text;  
    int Hours;  
    int Minutes;  
    int Seconds;  
    ...  
}
```

Aplikacija ustvarjen objekt razreda `Note` pošlje na URL „/projects/{id}/addnote“ preko metode POST. Polje `{id}` mora biti enolični identifikator projekta, ki mu želimo dodati korak.

Strežnik prejet korak vstavi v projekt. Aplikaciji v odgovor vrne kopijo ustvarjenega koraka na strežniku, ki ga aplikacija doda zbirki korakov trenutno odprtrega projekta.

### Dodajanje slikovnega koraka

Za hranjenje tekstovnih in slikovnih korakov smo zaradi preprostosti implementacije uporabili isti razred (`Note`). Tekstovni in slikovni korak se ločita v vrednosti boolean zastavice `IsImage`. Tekstovni korak ima to polje nastavljeno na vrednost `false`, slikovni pa na `true`.

```
Note {  
    bool IsImage;  
    string Title;  
    string Text;  
    int Hours;  
    int Minutes;  
    int Seconds;  
    string Url; // Lokacija slike na odjemalcu  
    string ServerUrl; // Lokacija slike na strežniku  
    ...  
}
```

Uporabnik v odprt projekt slikovni korak vstavi s pritiskom na gumb z ikono kamere (na sliki 3.9 levo).

Odpri se privzeta aplikacija za kamero, s katero uporabnik zajame fotografijo. Ko jo zajame, se odpre obrazec za dodajanje koraka (na sliki 3.9 desno). Fotografija se zašifrira v znakovni niz po metodi Base64. Vsebina vnosnih polj obrazca za naslov, besedilo in trajanje koraka se zapise v objekt razreda `Note`.

Korak in šifrirana fotografija se zapišeta v objekt razreda `UploadImageRequest`.

```
UploadImageRequest {  
    Note note;  
    string ImageString;  
}
```

Polje `ImageString` vsebuje v znakovni niz šifrirano fotografijo. Polje `note` vsebuje korak delavnškega dnevnika. Ta objekt aplikacija pošlje preko POST metode na URL „/projects/{id}/addimage“.

Strežnik prejet korak vstavi v projekt in dešifrira sliko iz znakovnega niza nazaj v slikovno datoteko. Slikovno datoteko nato hrani v svojem datotečnem sistemu. Lokacija fotografije v datotečnem sistemu strežnika se zapiše v polje `ServerUrl`.

Aplikaciji v odgovor vrne kopijo ustvarjenega koraka na strežniku, ki ga aplikacija doda zbirki korakov trenutno odprtrega projekta.

### **Urejanje in brisanje korakov v projektu**

Uporabnik lahko korake, ki pripadajo njegovim delavnškim dnevnikom posodablja. Spreminja lahko njihovo vsebino, naslov in trajanje.

Uporabnik korak posodobi, tako da strežniku pošlje PUT zahtevo na URL „/projects/{pid}/update/{nid}“. Polje `{pid}` je enolični identifikator projekta, ki si lasti korak, `{nid}` pa enolični identifikator koraka, ki ga želimo posodobiti. Telo zahteve mora vsebovati objekt razreda `Note`, ki ga je uporabnik posodobil.

Uporabnik slikovni korak posodobi tako, da pošlje PUT zahtevo na naslov „/projects/{pid}/update/{nid}/image“. Polje `{pid}` je enolični identifikator projekta, ki si lasti korak, `{nid}` pa enolični identifikator koraka, ki ga želimo posodobiti. Telo te zahteve mora vsebovati objekt razreda `UploadImageRequest`. V objektu `UploadImageRequest` mora biti polje `Note` objekt, ki ga želimo posodobiti. Polje `ImageString` mora biti šifrirana slika, ki bo zamenjala prejšnjo sliko. Slika mora biti šifrirana po metodi Base64.

Korak lahko uporabnik iz projekta izbriše tako, da pošlje DELETE zahtevo na URL „/projects/{pid}/delete/{nid}“. Polje je {pid} enolični identifikator projekta, v katerem se nahaja korak, {nid} pa enolični identifikator koraka, ki ga želimo izbrisati. V kolikor ima ta objekt Note postavljeno zastavico `IsImage` na `true`, se poleg zapisa v bazi izbriše tudi pripadajoča slikovna datoteka.

### Spreminjanje vrstnega reda korakov v projektu

Uporabnik lahko korakom v svojih delavnihk spreminja vrstni red prikaza. Izbran korak lahko zamakne za poljubno število mest proti začetku ali koncu seznama. Položaj koraka Note v projektu lahko razberemo iz atributa `Position`. Prvi korak ima `Position 0`, drugi 1, tretji 2, itd.

```
Note {  
    int Id;  
    int Position;  
    bool IsImage;  
    string Title;  
    string Text;  
    int Hours;  
    int Minutes;  
    int Seconds;  
    string Url;  
    string ServerUrl;  
}
```

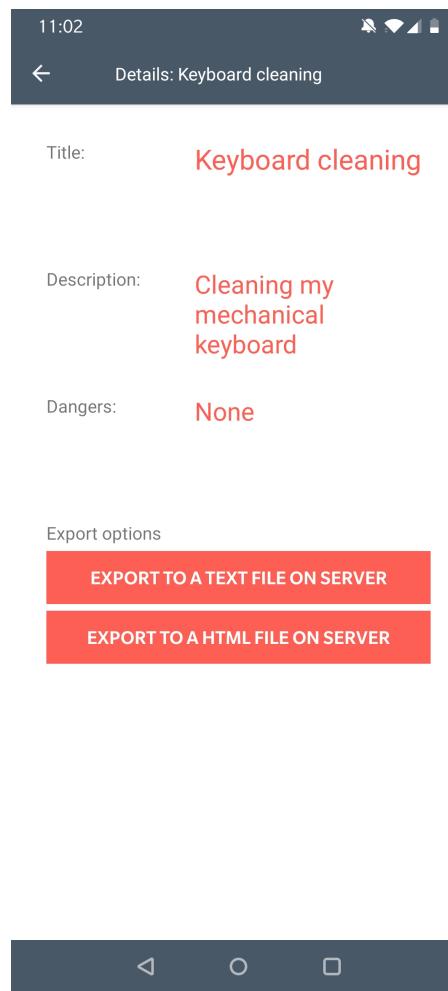
Pri dodajanju korakov v projekt se obstoječe korake projekta razvrsti po vrednosti polja `Position`. Najdemo največjo vrednost tega polja, ki se v seznamu pojavi in ji pristejemo 1. Nato to vrednost priredimo polju `Position` novo kreiranega koraka.

Ko uporabnik želi spremeniti pozicijo koraka v projektu, moramo poslati zahtevo PUT na URL „/projects/{pid}/{nid}/{positions}“.

Polje {pid} je unikatni identifikator projekta, v katerem se nahaja korak. Polje {nid} je unikatni identifikator koraka Note. Polje {positions} vsebuje število mest za kolikor ga želimo prestaviti. To število je lahko pozitivno ali negativno celo število.

### **3.4.3 Izvoz projektov**

Sistem omogoča izvoz delavniških dnevnikov v druge računalniške formate. Izvoženi delavniški dnevnički lahko služijo kot varnostna kopija. Izvozimo jih lahko v besedilno datoteko ali HTML dokument (slika 3.10).



Slika 3.10: Stran za izvoz projektov v mobilni aplikaciji

V besedilno datoteko projekt izvozimo tako, da pošljemo GET zahtevo na URL „/projects/{id}/export/text“. Strežnik v besedilno datoteko vpiše naslov in opis projekta ter možne nevarnosti pri delu. Nato uredi korake po vrednosti stolpca **Position** naraščajoče in korake enega za drugim zapiše v datoteko. Pri slikovnih korakih se, poleg besedila, zapiše tudi lokacija pripadajoče fotografije.

V HTML dokument dnevnik izvozimo tako, da pošljemo GET zahtevo na URL „/projects/{id}/export/html“. Pri izvozu v HTML dokument

(slika 3.11) se naslov projekta zapiše kot HTML naslov H1, opis projekta kot naslov H2, koraki pa kot HTML odstavki. V HTML dokumentu lahko prikažemo poleg besedila slikovnih korakov tudi slike.



The screenshot shows a web browser window with the title "Keyboard cleaning". The page content includes:

- Description**: Cleaning my mechanical keyboard
- Dangers**: None
- 1. Prepare the table and tools**: Est. duration: 0 h 0 min 0 seconds
- 2. Remove keycaps**: Use the tool, provided with the keyboard  
Est. duration: 0 h 10 min 0 seconds
- 3. Put keycaps in soapy water**: Leave in for 10 minutes  
Est. duration: 0 h 10 min 0 seconds
- 4. Wipe keycaps until they are dry**: Est. duration: 0 h 20 min 0 seconds
- 5. Place keycaps in their places**: Est. duration: 0 h 5 min 0 seconds

Slika 3.11: Projekt, izvožen v HTML dokument

Lokacija izvožene datoteke se nahaja v polju `FolderLocation` v razredu `Project`. Privzeta lokacija, ki se nastavi ob ustvarjanju projekta je „C:/users/\$USER/Public Documents/OpenReport“.

```
Project {  
    int Id;
```

```

    string Title;
    string Description;
    string Dangers;
    string FolderLocation; // lokacija pripadajočih datotek
    IEnumerable<Note> Notes;
    ...
}

```

### 3.4.4 Pristop razvoja mobilne aplikacije

Pristop razvoja aplikacije, ki smo ga uporabili za programiranje aplikacije, se imenuje „Model View View-Model“ (v nadaljevanju MVVM). Pri tem pristopu aplikacijo razdelimo na tri dele (slika 3.12).

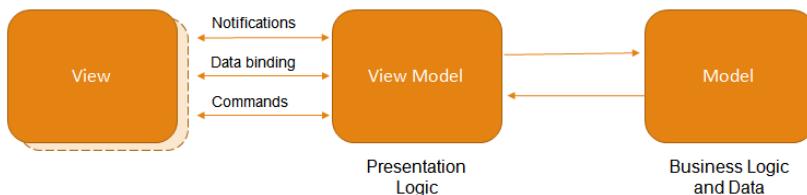
**Model** je del, kjer definiramo elemente naše podatkovne logike (opis teh-nološkega postopka, korak, uporabnik,...).

**View** je uporabniški vmesnik, ki ga vidi uporabnik.

**ViewModel** pa se uporablja, da se poveže funkcije uporabniškega vme-snika in modela (podatkovne logike) ter po potrebi preoblikuje podatke.

Rezultat upoštevanja tega pristopa je čista koda, ki nima prepleteneih elementov med ozadno kodo in uporabniškim vmesnikom. „Model“ vse-buje le abstrakcijo naših podatkov in podatkovno logiko. Ti podatki se v „ViewModel-u“ pretvorijo v obliko, ki bo prikazana uporabniku. „View“ pa nato servira pripravljene podatke uporabniku v obliki grafičnih elementov.

Na spodnji sliki lahko vidimo oris pristopa MVVM (slika 3.12).



Slika 3.12: Shema pristopa MVVM, (vir [10])

### 3.4.5 Uporaba kamere v Xamarin

Za uporabo kamere v ogrodju Xamarin smo uporabili vtičnik Xam.Plugin.Media [14]. Vtičnik je licensiran pod MIT licenco.

Zanj smo se odločili, saj podpira zajem fotografij s privzeto aplikacijo za zajemanje fotografij. Izbiramo lahko tudi kvaliteto zajete fotografije.

Pri zajemu slike najprej preverimo, ali imamo zadostne pravice. Imeti moramo pravice za dostop do shrambe, dostop do fotografij in dostop do kamere.

Fotografijo nato zajamememo z metodo `TakePictureAsync`. Kreirano fotografijo nato preberemo in znotraj aplikacije hranimo v objektu razreda `ImageSource`. Fotografijo v tej obliki lako prikažemo v XAML z grafičnim elementom `Image`. Lahko jo tudi zakodiramo v znakovni niz in pošljemo na strežnik.

## 3.5 Uvedba glasovnega pomočnika

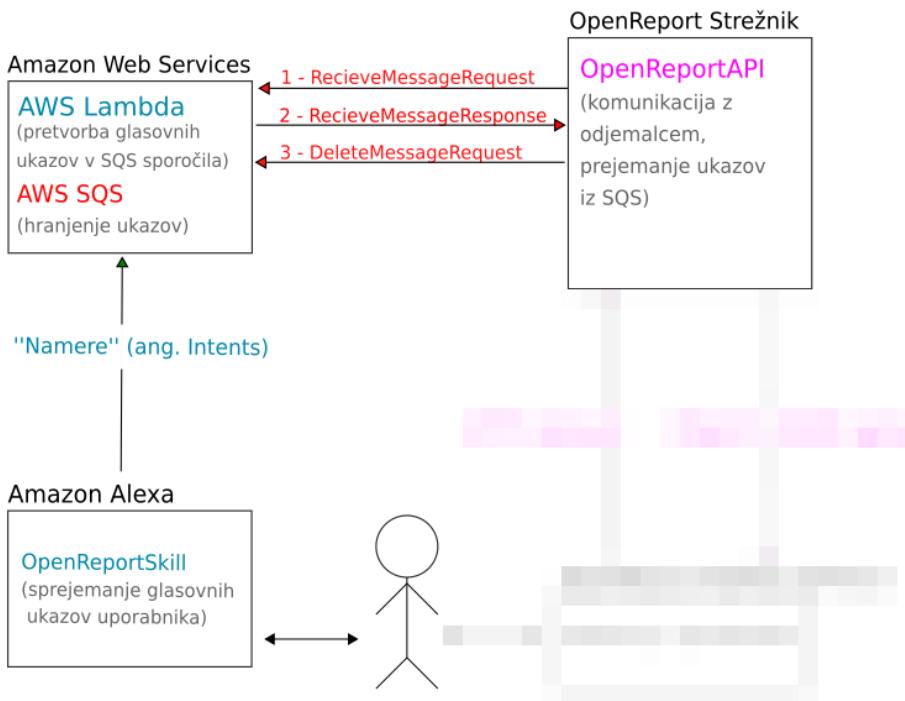
### 3.5.1 Funkcionalne zahteve Alexa veščine

„Skill“ ali veščina je program, ki glasovnemu pomočniku Amazon Alexa doda funkcionalnosti. Alexa in zasnovano veščino smo uporabili kot dodaten uporabniški vmesnik za upravljanje z mobilno aplikacijo.

Z njim smo želeli doseči:

- prostoročno narekovanje besedilnega koraka,
- prostoročno odpiranje obrazca za dodajanje korakov v odprt projekt in
- prostoročno odpiranje kamere in dodajanje slikovnega koraka v projekt.

### 3.5.2 Komunikacija strežnika z Amazon Alexa



Slika 3.13: Komunikacija med strežnikom in glasovnim pomočnikom preko SQS

Strežnik z glasovnim pomočnikom Amazon Alexa komunicira (slika 3.13) preko storitve Simple Queue Service (SQS) iz sklopa storitev Amazon Web Services. Amazon Alexa rezultate obdelanih glasovnih ukazov odloži v SQS vrsto, strežnik pa jih iz te vrste prebere.

SQS vrsta [9] je sklad tekstovnih sporočil. Nanjo lahko odlagamo nova sporočila ter beremo in brišemo obstoječa sporočila .

Glasovni pomočnik od uporabnika prejme izgovorjen glasovni ukaz. Na podlagi tega ukaza, glasovni pomočnik na SQS vrsto odloži tri različna besedilna sporočila:

- Sporočilo „addnote“ sporoči strežniku, naj na odjemalcu odpre obra-

zec za dodajanje besedilnega koraka.

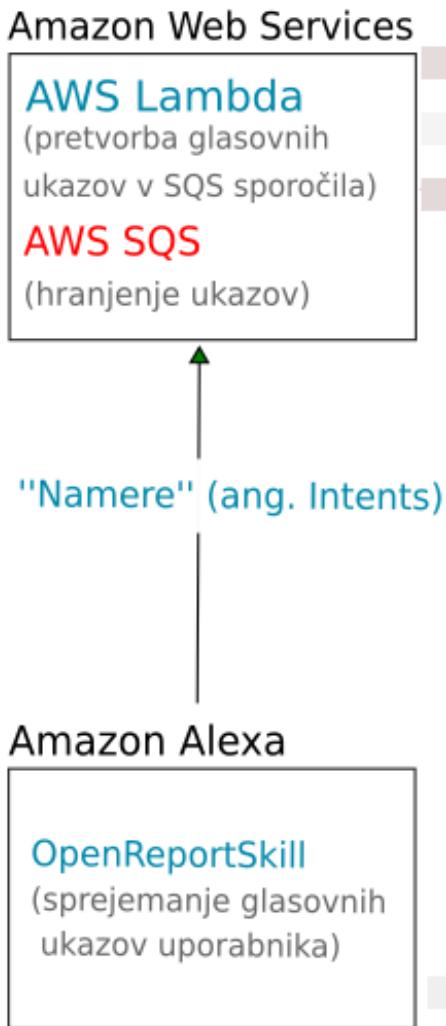
- Sporočilo „**addimage**“ sporoči strežniku, naj na odjemalcu odpre ka-mero za dodajanje slikovnega koraka.
- Sporočilo „**{narekovano besedilo}**“ sporoči strežniku, naj vsebino tega sporočila doda odprtemu projektu kot besedilni korak.

### 3.5.3 Implementacija Alexa veščine

Ko Alexa prepozna poziv „*make a report note*“, se naša veščina začne izvajati.

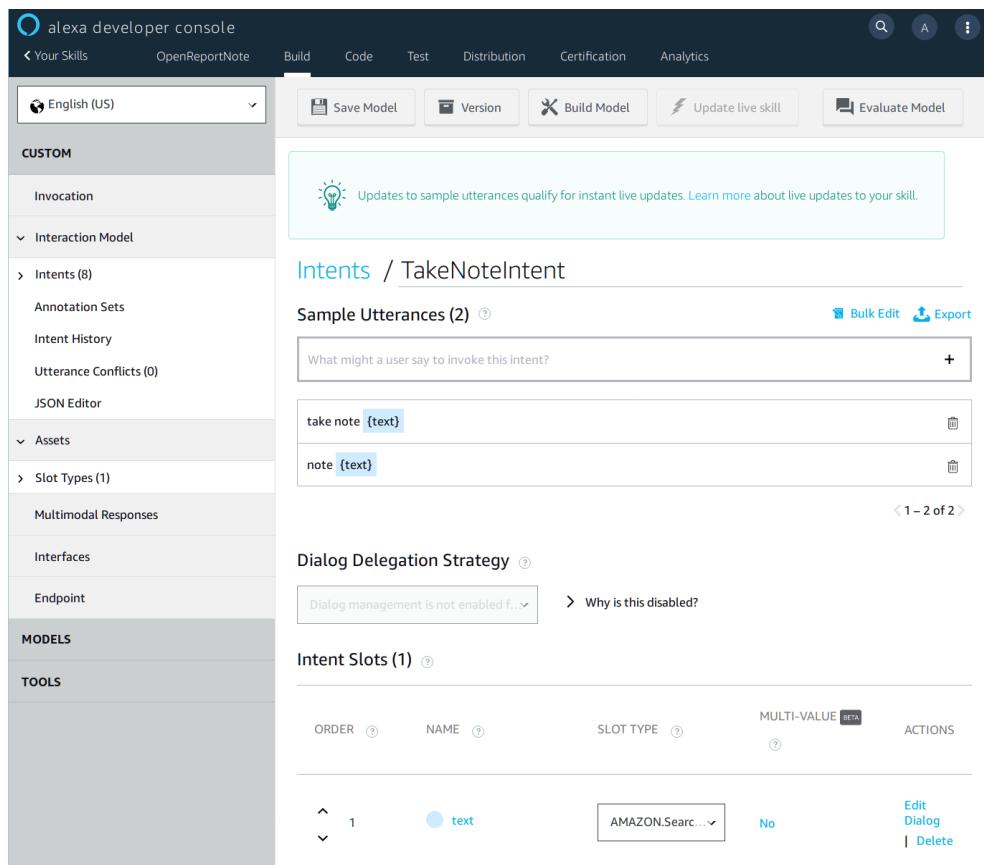
Vsak nadaljnji ukaz, ki ga uporabnik izreče, preden se veščina preneha iz-vajati, se primerja s frazami namer. Namere se uporabljo za zagon funkcij, ki smo jih implementirali v krajišču (slika 3.14). V naši veščini smo definirali tri glavne namere:

- `TakeNoteIntent`,
- `OpenTextNoteFormIntent`,
- `OpenImageNoteFormIntent`.



Slika 3.14: Načrt komunikacije Alexe, AWS Lambda in AWS SQS

`TakeNoteIntent` (slika 3.15) se zažene, ko uporabnik narekuje besedilo koraka. Zažene se, uporabnik izreče „Take note {besedilo}“ ali „Note {besedilo}“. Polje {besedilo} je spremenljivka, v katero veščina hrani razpoznoano besedilno vsebino koraka. Če uporabnik izreče „note unscrew the backplate“, je vrednost spremenljivke {besedilo} „unscrew the backplate“.



Slika 3.15: Fraza TakeNoteIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

**TakeNoteIntent** ustvari novo SQS sporočilo, vanj vstavi vrednost spremenljivke `{besedilo}` in ga pošlje na SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in ga kot korak vstavi v odprt projekt. Večina vrne uporabniku odgovor „Noted!“ in se preneha izvajati.

**OpenTextNoteFormIntent** se zažene, ko uporabnik izreče ukaz za odpiranje obrazca za vstavljanje besedilnega koraka. Frazi te namere se glasita „Create a text note“ in „Add a text note“ (slika 3.16).

**OpenTextNoteFormIntent** ustvari novo SQS sporočilo, vanj vstavi besedilo „`addnote`“ in ga pošlje v SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in mobilni aplikaciji sporoči, naj odpre obrazec za dodajanje novega besedilnega koraka. Večina zatem vrne uporabniku odgovor „Opening the form!“

in se preneha izvajati.

### [Intents](#) / OpenTextNoteFormIntent

#### Sample Utterances (2) ?

What might a user say to invoke this intent?

create a text note

add a text note

Slika 3.16: Fraza OpenTextNoteFormIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

OpenImageNoteFormIntent se zažene, ko uporabnik izreče ukaz za dodajanje fotografije v delavniški dnevnik. Fraza te namere se glasi „Take a picture“ (slika 3.17).

OpenImageNoteFormIntent ustvari novo SQS sporočilo, vanj vstavi besedilo „`addimage`“ in ga pošlje v SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in mobilni aplikaciji sporoči, naj odpre kamero. Večina zatem vrne uporabniku odgovor „`Launching camera!`“ in se preneha izvajati.

### [Intents](#) / OpenImageNoteFormIntent

#### Sample Utterances (1) ?

What might a user say to invoke this intent?

take a picture

Slika 3.17: Fraza OpenImageNoteFormIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

### Prenašanje sporočil med strežnikom in SQS

Komunikacija strežnika s SQS je prikazana z rdečo barvo na spodnji sliki (slika 3.18).



Slika 3.18: Komunikacija strežnika s SQS

Na strežniku OpenReport teče storitev za komunikacijo z glasovnim pomočnikom. Ta storitev vsakih pet sekund na SQS pošlje zahtevek `RecieveMessageRequest`.

```

RecieveMessageRequest {
    AttributeName
    MaxNumberOfMessages
    QueueUrl
    WaitTimeSeconds
    ...
}
  
```

AWS SQS kot odgovor vrne objekt tipa `RecieveMessageResponse`.

```

RecieveMessageResponse {
    IEnumerable<Message> Messages;
    ...
}
  
```

V tem odgovoru se nahaja seznam sporočil, ki čakajo na sprejem iz SQS vrste. V kolikor je v odgovoru vsaj eno sporočilo, pregledamo telo vseh sporočil.

Ko strežnik sporočila sprejme, jih mora izbrisati iz SQS vrste. Če jih sproti ne izbriše, iz FIFO vrste ne more brati najnovejših sporočil, ampak le 5 najstarejših.

Sporočila izbriše iz SQS vrste z zahtevkom `DeleteMessageRequest`. Ta zahtevek hrani referenco na sporočilo, ki ga želimo izbrisati iz SQS vrste. AWS SQS storitev v odgovor vrne `DeleteMessageResponse`, a v tej diplomski nalogi tega odgovora ne uporabimo več.

Zahtevki, ki jih strežnik prejme od glasovnega pomočnika se odražajo na zadnjem projektu, ki ga uporabnik z glasovnim pomočnikom odpre.

- Zahtevek „`addnote`“ nastavi zastavico „`NoteRequest`“ na `true`,
- zahtevek „`addimage`“ nastavi zastavico „`ImageRequest`“ na `true`,
- zahtevek „`{narekovano besedilo}`“ nastavi zastavico „`AlexaNoteRequest`“ na `true` in prejeto besedilo doda projektu kot korak.

```
Project {
    int Id;
    string Title;
    string Description;
    string Dangers;
    string FolderLocation;
    IEnumerable<Note> Notes;
    bool NoteRequest;
    bool ImageRequest;
    bool AlexaNoteRequest;
}
```

Če je vsebina prejetega sporočila enaka `addnote`, storitev preveri, kateri uporabnik ima trenutno nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v pro-

jektu, ki ga je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `NoteRequest` na `true`.

Če je vsebina enaka „`addimage`“, storitev preveri, kateri uporabnik ima trenutno nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v projektu, ki ga je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `ImageRequest` na `true`.

Če vsebina prejetega sporočila ni enaka „`addimage`“ ali „`addnote`“, pomeni, da je prejeto sporočilo dobesedno narekovan korak. Kot prej, storitev preveri, kateri uporabnik ima nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v projektu, ki je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `AlexaNoteRequest` na `true`. Poleg tega ustvari nov objekt razreda `Note`, ki ima naslov „Voice note“, vsebina pa je telo prejetega sporočila. Nov objekt se nato vstavi v zadnji odprt projekt.

### Utemeljitev uporabe SQS

Prenos sporočil med Amazon Alexo in strežnikom smo realizirali z uporabo storitve AWS SQS. Pri uporabi SQS je prenos podatkov resda manj učinkovit kot pri direktni povezavi preko spletne vtičnice (*ang. Web Socket*).

Glavni faktor, zaradi katerega smo se odločili za uporabo AWS SQS, je, da z dodatno plastjo za hranjenje sporočil, dosežemo enostavno zamenljivost glasovnega pomočnika.

Pri morebitni menjavi glasovnega pomočnika, strežniškega programa ne bi spremajali. Potrebno bi bilo le implementirati program za novega glasovnega pomočnika, da na AWS SQS odlaga sporočila v strežniku razumljivem formatu („`addnote`“, „`addimage`“,...).

#### 3.5.4 Ovire pri izdelavi Alexa veščine

Pri implementaciji veščine smo naleteli na največ težav v sklopu tega dela.

Prva je bila jezikovne narave, saj Alexa ne podpira prepoznavanja slovenskega jezika. Zato smo se odločili za uporabo angleškega jezika.

Naslednja težava je bila definicija pozivne fraze. Fraze, kot so „take a

note“ ali „take a picture“ so že rezervirane v sklopu Alexinih privzetih funkcionalnosti. To pomeni, da jih za našo večino ne moremo uporabiti.

Izogibati smo se morali tudi frazam, ki so bile rezerviranim frazam podobne (npr. „open report note“ itd.). Tudi take fraze so se velikokrat razpoznale kot rezervirane fraze.

Težavo je predstavljala izbira poziva, ki je bil hkrati kratek, intuitiven in se ni napačno interpretiral v poziv privzetih funkcionalnosti. Poziv „make a report note“ je bila najboljši kompromis, ki smo ga našli.

Težavo je predstavljalo tudi razpoznavanje dolgih stavkov, še posebej, če se ti niso ujemali z definiranimi frazami namer. To je zelo omejilo možnost narekovanja besedila korakov s pomočjo Amazon Alexe.

Naslednjo težavo je predstavljal čas, ki ga je Alexa porabila za interpretacijo definiranih glasovnih ukazov. Za procesiranje glasovnih ukazov je porabila v povprečju od 3 do 6 sekund.

## 3.6 Dodelave mobilne aplikacije

### 3.6.1 Zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika

En OpenReport strežnik podpira delo z enim samim glasovnim pomočnikom. Pomočnika lahko uporabnik „zahtega“ za lastno uporabo in ga po uporabi „sprosti“.

Ko se zahteva za uporabo pomočnika potrdi, ga lahko uporabnik uporablja pri sestavljanju delavnškega dnevnika. Uporabnik lahko glasovnega pomočnika sprosti, kar omogoči drugim uporabnikom, da ga lahko zahtevajo za svoje delo.

Ali ima določen uporabnik nase vezanega pomočnika, vidimo po vrednosti zastavice `UsesVoiceAssistant` v njegovem objektu razreda `User`.

Ko uporabnik odpre katerega od svojih projektov, se enolični identifikator tega projekta nastavi v polje `LastOpenedProjectId` v njegovem objektu razreda `User`. Zahtevki, ki jih strežniku pošlje Alexa preko SQS vrste, se navezujejo na projekt s tem identifikatorjem.

```
User : IdentityUser {  
    string Id;  
    string Email;  
    string Password;  
    IEnumerable<Project> Projects;  
    ...  
    int LastUsedProjectId;  
    bool UsesVoiceAssistant;  
}
```

Uporabnik je pomočnika uspešno zahteval zase, če je `UsesVoiceAssistant` nastavljen na `True`. V mobilni aplikaciji zahtevanje in sprostitev pomočnika nadziramo na „Dashboard“ strani, s pritiskom na ikono mikrofona (slika 3.19).

V aplikaciji za zahtevanje in sprostitev pomočnika skrbi razred `VoiceAssistantService.cs`. Primerek tega razreda se ustvari ob začetku izvajanja aplikacije, nato pa počaka, da avtentikacijska storitev mobilne aplikacije uspešno opravi prijavo uporabnika.

Če ima uporabnik vrednost polja `UsesVoiceAssistant` nastavljeno na `true`, ima glasovnega pomočnika vezanega nase in ga lahko uporablja.

Če ima uporabnik vrednost polja `UsesVoiceAssistant` nastavljeno na `false`, mora uporabo glasovnega pomočnika zahtevati. To naredi tako, da pošlje avtoriziran PUT zahtevek na URL „/users/requestva“.

Če noben drug prijavljen uporabnik nima polja `UsesVoiceAssistant` nastavljenega na `true`, se njegova zahteva odobri. V njegovem objektu razreda `User` se nastavi vrednost `UsesVoiceAssistant` na `true`.

Če ima kateri od uporabnikov to polje nastavljeno na `true`, zahteva ne bo odobrena. V tem primeru mora uporabnik, ki zahteva pomočnika počakati, da uporabnik, ki pomočnika uporablja, pomočnika sprosti. Ko si pomočnika ne lasti nobeden drug uporabnik, ga lahko veže nase.

Pomočnik se sprosti, ko uporabnik, ki pomočnika trentuno uporablja, pošlje PUT zahtevek na URL „/users/releaseva“.



Slika 3.19: Gumb v obeh stanjih

## Poglavlje 4

# Ovrednotenje funkcionalnosti

Sistem OpenReport smo po končani implementaciji testirali. Mobila aplikacija in strežnik sta izpolnila pričakovanja.

Z mobilno aplikacijo se je bilo možno povezati na strežnik. Registracija in prijava v sistem preko mobilne aplikacije nista povzročala težav. Brez težav je delovalo tudi zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika Amazon Alexe na strani Dashboard.

Delavniške dnevниke je bilo brez težav možno dodajati, odpirati in brisati.

Možnost dodajanja besedilnih korakov v delavniški dnevnik se je izkazala za smiselno za manjše opombe. Možnost dodajanja slikovnih korakov v delavniški dnevnik pa se je izkazala za smiselno pri pomembnejših opornih točkah.

Naslove, trajanje in besedilo korakov delavniških dnevnikov smo naknadno spremnjali brez težav. Urejanje vrstnega reda korakov je delovalo brez težav. Tudi brisanje korakov delavniškega dnevnika ni povzročalo težav.

Možnost izvoza delavniškega dnevnika v druge formate lahko olajša tudi prenos podatkov v druge računalniške programe.

Večino smo testirali tako, da smo vsako frazo namere izgovorili 20-krat in beležili, kolikokrat se je razpoznala pravilno. Pri dobesednem narekovovanju koraka smo testiranje opravili dvakrat. Prvič smo testirali s stavkom „*this is a voice note*“, drugič pa s stavkom „*backplate removal takes about three*

*minutes*“.

- Alexa je ukaz „*take a picture*“ pravilno razpoznaла v 18 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaz „*create a text note*“ je pravilno razpoznała v 17 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaz „*note this is a voice note*“ je pravilno razpoznała v 3 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaza „*note backplate removal takes about three minutes*“ ni pravilno razpoznała v nobeni od 20 testnih izgovorjav.

Pod pričakovnaniјi se je izkazalo dobesedno narekovanje besedila glasovnemu pomočniku. Rezultati testiranja razpoznavanja glasovnih ukazov so nam pokazali, da v našem primeru, Alexa veliko bolje razpoznaва fraze, ki se z definirano frazo namere v celoti ujemajo, kot tiste, ki nimajo velike stopnje ujemanja.

Dodajanje slikovnih in besedilnih korakov, s pomočjo glasovnega ukaza, se je izkazalo za delno uspešno. Za uporabno se je izkazalo predvsem, ko mobilnega telefona med delom nismo imeli na dosegu roke. Kljub temu je problem prikazovalo dejstvo, da je izgovorjava poziva, fraz namer in čakanje na obdelavo zahtev, trajalo v povprečju 18 sekund.

Odklepanje mobilnega telefona, ki ga imamo v dosegu rok in ga lahko dosežemo brez presedanja ter odpiranje forme za dodajanje korakov je trajalo v povprečju 4 sekunde. Odklepanje mobilnega telefona, ki je oddaljen tri metre ter odpiranje forme za dodajanje korakov je trajalo povprečju 8 sekund.

Težavo trenutno predstavlja tudi uporabnikovo neznanje angleškega jezika.

Naposled ugotavljamo, da je za zasnovno sistema, ki vključuje Amazon Alexa treba skrbno upoštevati Alexine omejitve. V našem primeru smo dobro prepoznavanje ukazov dosegli pri ukazih brez spremenljivih členov. Sklepamo

lahko, da bi se sprejemljivo obnesla v sistemih, kjer so glasovni ukazi statično definirani.

Kljub nekaterim pomanjkljivostim pa smo razvili dober sistem, ki lahko služi kot dobra osnova za nadaljnji razvoj. Sistem lahko namreč tudi brez glasovnega pomočnika uporabljamo za učinkovito pisanje delavniških dnevnikov.



# Poglavlje 5

## Zaključek

Sistem, razvit v sklopu diplomske naloge zajema funkcionalosti, ki uporabniku omogočajo sestavljanje delavniških dnevnikov. Sestavlja ga strežnik, mobilna aplikacija in glasovni pomočnik Amazon Alexa. Uporabnik lahko v delavniške dnevниke dodaja preproste tekstovne korake. Z uporabo mobilne aplikacije lahko zajame fotografije in jih v delavniški dnevnik vstavi kot slikovno gradivo.

Ta sistem je služil kot primer sistema, ki ga želimo izboljšati z uporabo glasovnega pomočnika. Naš namen je bil poenostaviti delo s sistemom, z uvedbo glasovnega pomočnika Amazon Alexe. Implementirali smo odpiranje kamere in obrazca za dodajanje korakov z glasovnim pomočnikom. Kljub uspešni implementaciji, je bil čas, potreben za izgovorjavo in obdelavo glasovnih ukazov, predolg, da bi poskus izboljšave bil popolnoma uspešen. Za neuspešno se je izkazalo glasovno narekovanje vsebine koraka delavniškega dnevnika. Z Amazon Alexo ni bilo mogoče razpozнатi daljših, variirajočih glasovnih ukazov.

V možne izboljšave sistema smo na prvo mesto uvrstili preizkus drugih glasovnih pomočnikov, npr. Google Assistant [6]. Druga smiselna izboljšava je izvoz delavniških dnevnikov v več različnih standardnih formatov, kot so npr. XSL ali ODS.

Mobilna aplikacija in strežniški program sta zadovoljila pričakovanja in

lahko že v trenutnem stanju služita kot referenca za primerjavo učinkovitosti Amazon Alexe in drugih glasovnih pomočnikov.

Kljub nekaterim težavam z uporabo glasovnega pomočnika, je očitno, da je tehnologija glasovnih pomočnikov zelo primeren način za nadzor sistemov na daljavo. Poleg tega ponuja veliko možnosti za slepe, slabovidne in gibalno omejene posameznike, ki imajo težave z interakcijo z računalnikom.





# Literatura

- [1] *Amazon Alexa*. Dosegljivo: <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=17934671011>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [2] Jonas Austerjost, Marc Porr, Noah Riedel, Dominik Geier, Thomas Becker, Thomas Scheper, Daniel Marquard, Patrick Lindner in Sascha Beutel. „Introducing a virtual assistant to the lab: A voice user interface for the intuitive control of laboratory instruments“. V: *SLAS TECHNOLOGY: Translating Life Sciences Innovation* 23.5 (2018), str. 476–482.
- [3] *Funkcionalnosti .NET ogrodja*. Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/learn/aspnet/what-is-aspnet>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [4] *Funkcionalnosti AWS Lambda*. Dosegljivo: <https://aws.amazon.com/lambda/features/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [5] *Funkcionalnosti AWS SQS*. Dosegljivo: <https://aws.amazon.com/sqs/features/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [6] *Google Assistant*. Dosegljivo: <https://assistant.google.com/>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [7] *LibreOffice Writer*. Dosegljivo: <https://www.libreoffice.org/discover/writer/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [8] *Navodila za pisanje delavnškega dnevnika ŠCLJ*. Dosegljivo: [https://www.lesarska.sclj.si/images/Pravilniki/NOZ\\_PRA.doc](https://www.lesarska.sclj.si/images/Pravilniki/NOZ_PRA.doc). [Dostopano: 28. 8. 2020].

- [9] *Podrobnosti SQS FIFO vrste.* Dosegljivo: <https://docs.aws.amazon.com/AWSSimpleQueueService/latest/SQSDeveloperGuide/FIFO-queues.html>. [Dostopano: 30. 8. 2020].
- [10] *Shema MVVM pristopa.* Dosegljivo: <https://docs.devexpress.com/WPF/images/winforms-mvvm-common-mvvm-scheme118014.png>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [11] *Slika arhitekture Alexa „Skill-a“.* Dosegljivo: [https://m.media-amazon.com/images/G/01/DeveloperBlogs/AmazonDeveloperBlogs/legacy/cloudformation\\_image12.\\_CB520203781\\_.png](https://m.media-amazon.com/images/G/01/DeveloperBlogs/AmazonDeveloperBlogs/legacy/cloudformation_image12._CB520203781_.png). [Dostopano: 28. 8. 2020].
- [12] Gospodarska Zbornica Slovenije. *Delavniški dnevnik kot izobraževalni pripomoček pri vajenju.* Dosegljivo: [https://www.gzs.si/Portals/203/Vsebine/novice-priponke/DNEVNIKzavajenistvo\\_2019\\_navodilazzgledom.pdf](https://www.gzs.si/Portals/203/Vsebine/novice-priponke/DNEVNIKzavajenistvo_2019_navodilazzgledom.pdf). [Dostopano: 3. 9. 2020].
- [13] *Uvod v Alexa ”Skill-e”.* Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [14] *Xam.Plugin.Media.* Dosegljivo: <https://github.com/jamesmontemagno/MediaPlugin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [15] *Xamarin.* Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [16] *Žetoni JWT kot sredstvo za avtorizacijo.* Dosegljivo: <https://jwt.io/introduction/>. [Dostopano: 28. 8. 2020].